

วนิดา โพธิ์ทอง : การศึกษาสมดุลของแข็ง-ของเหลวของกรดปาล์มมิติกในเดเคน  
สายโซ่ตรง – กรดโอเลอิก (STUDY OF SOLID-LIQUID EQUILIBRIUM OF  
PALMITIC ACID IN N-DECANE – OLEIC ACID) อาจารย์ที่ปรึกษา :  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พนารัตน์ รัตนพานิช, 125 หน้า.

ปัญหาหนึ่งที่มักพบในอุตสาหกรรมการผลิตฮาร์ดดิสค์คือ การมีสารตกค้างบนชิ้นงาน  
เกินค่าที่ยอมรับได้ ทำให้มีการส่งผลิตภัณฑ์กลับจากลูกค้า และการทิ้งผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านมาตรฐาน  
เป็นจำนวนมาก ส่งผลให้ต้นทุนต่อหน่วยผลิตภัณฑ์เพิ่มสูงขึ้น และผลกำไรจากการประกอบการ  
ลดลงอย่างต่อเนื่อง ผลการวิเคราะห์กลุ่มตัวอย่างชิ้นงานที่มีสารตกค้างจากโรงงานแห่งหนึ่งพบว่า  
สารที่ตกค้างบนชิ้นงานเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนแบบโซ่ตรง เมื่อวิเคราะห์ขั้นตอนการผลิต  
ชิ้นงานดังกล่าว จึงสันนิษฐานว่า สารประกอบชนิดนี้อาจเกิดจากการตกค้างของน้ำมันหล่อเย็น ซึ่ง  
ประกอบด้วย น้ำมันแร่ (mineral oil) 95.29% โดยโมล และกรดไขมัน (fatty acids) 4 ชนิดคือ กรด  
ปาล์มมิติก (palmitic acid) 2.19% กรดโอเลอิก (oleic acid) 1.66% กรดสเตียริก (stearic acid)  
0.33% และกรดไลโนเลอิก (linoleic acid) 0.53% โดยโมล หรือเกิดจากการตกค้างของสารล้าง ซึ่ง  
ประกอบด้วย เดเคนสายโซ่ตรง (n-decane) 98.82% และออกเทนสายโซ่ตรง (n-octane) 1.18%  
โดยโมล ผลการศึกษาความสามารถในการละลายระหว่างองค์ประกอบของน้ำมันหล่อเย็น และของ  
สารล้าง ที่อุณหภูมิระหว่าง 5 ถึง 50 องศาเซลเซียส พบว่าน้ำมันหล่อเย็นกับสารล้างสามารถละลาย  
เข้าด้วยกันได้อย่างสมบูรณ์ (completely miscible) ตลอดช่วงอุณหภูมิที่ทำการศึกษา แต่กรดไขมัน  
ในน้ำมันหล่อเย็นสามารถละลายในสารละลายไฮโดรคาร์บอนได้บ้างอุณหภูมิเท่านั้น

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาพฤติกรรมทางความร้อนในการเปลี่ยนแปลงเฟสด้วย  
เครื่องดีฟเฟอเรนเชียลสแกนนิ่งแคลอริมิเตอร์ ของกรดไขมันบริสุทธิ์ และสารผสมที่ประกอบด้วย  
เดเคนสายโซ่ตรง กรดปาล์มมิติก และกรดโอเลอิก ในกระบวนการหลอมเหลวจะเป็นการเปลี่ยนแปลง  
เฟสระหว่างของแข็งเป็นของเหลว โดยแสดงด้วยเส้นกราฟความร้อน (heating curve) สำหรับการ  
เปลี่ยนแปลงเฟสระหว่างของเหลวเป็นของแข็งจะเกิดขึ้นในกระบวนการทำความเย็น ซึ่งแสดงด้วย  
เส้นกราฟความเย็น (cooling curve) ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงเฟสของกรดปาล์มมิติกบริสุทธิ์  
พบว่า อุณหภูมิการหลอมเหลว และเอนทัลปีของการหลอมเหลวแสดงค่าสอดคล้องกับค่า  
ที่รายงานไว้ในวรรณกรรมต่างๆ สำหรับกรดโอเลอิกบริสุทธิ์ในกระบวนการหลอมเหลวแสดงการ  
เปลี่ยนแปลงเฟสแบบผันกลับได้ระหว่างของแข็ง-ของแข็ง และสำหรับสารผสมสามองค์ประกอบ  
พบว่าการเปลี่ยนแปลงเฟสจะขึ้นอยู่กับปริมาณของกรดไขมันในสารผสม ในขณะที่ปริมาณของ  
เดเคนสายโซ่ตรงไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเฟส ณ อุณหภูมิที่ทำการวิเคราะห์ ผลการศึกษาค่า  
ความจุความร้อนจำเพาะในสถานะของเหลวสำหรับกรดไขมันบริสุทธิ์ และสารผสมสาม

องค์ประกอบพบว่า แสดงค่าสอดคล้องกับค่าที่คำนวณได้ นอกจากนี้ค่าความจุความร้อนจำเพาะของสารผสมสามองค์ประกอบแสดงพฤติกรรมเชิงเส้นตรงกับช่วงอุณหภูมิที่ทำการศึกษาในสถานะของเหลว

จากพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงเฟสของสารผสมสามองค์ประกอบ จึงทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างของแข็ง-ของเหลวของ เดเคนสายโซ่ตรง + กรดปาล์มมิติก + กรดโอเลอิก ในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 305.15 ถึง 323.15 องศาเซลเซียส ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการทดลองจะนำมาอธิบายกลไกการเกิดสารตกค้างบนชิ้นงานในกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับสารผสมระหว่างสารไฮโดรคาร์บอนกับกรดไขมัน ผลการศึกษาพบว่า กรดปาล์มมิติกเป็นองค์ประกอบหลักในเฟสของแข็ง และผลการคำนวณสัมประสิทธิ์แอกทิวิตี้ของกรดปาล์มมิติกในสารผสม พบว่ามีค่ามากกว่าหนึ่งซึ่งบ่งบอกว่าการละลายของกรดปาล์มมิติกมีค่าต่ำกว่าค่าการละลายในทางอุดมคติ ข้อมูลการทดลองของการละลายของกรดปาล์มมิติกในสารผสมนำมาเปรียบเทียบกับสมการ NRTL และ UNIQUAC ซึ่งพบว่า สมการ UNIQUAC มีความเหมาะสมสำหรับอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างของแข็ง-ของเหลวของกรดปาล์มมิติกในสารผสมของเดเคนสายโซ่ตรงกับกรดโอเลอิก มากกว่าสมการ NRTL โดยการเปรียบเทียบจากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุณหภูมิ



สาขาวิชา วิศวกรรมเคมี

ปีการศึกษา 2554

ลายมือชื่อนักศึกษา \_\_\_\_\_

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา \_\_\_\_\_

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม \_\_\_\_\_

WANIDA POTONG : STUDY OF SOLID–LIQUID EQUILIBRIUM OF  
PALMITIC ACID IN N-DECANE – OLEIC ACID. THESIS ADVISOR :  
ASST. PROF. PANARAT RATTANAPHANEE, Ph.D., 125 PP.

SOLID–LIQUID EQUILIBRIUM/UNIQUAC/NRTL/CUTTING FLUID/HARD  
DISK DRIVE

A problem normally encountered in manufacturing of hard disk drive components is the surface contamination of the product, which results in product rejection prolonged production time, increasing production cost, and thus decreasing profit of the production. Sample analysis showed that the residues on the specimen were aliphatic hydrocarbons. This residue could be from two possible sources in the production lines, i.e. the cutting fluid and the cleaning solvent. Component analysis of these two fluids showed that the cutting fluid composed of 95.29% mineral oil, 2.19% palmitic acid, 1.66% oleic acid, 0.33% stearic acid, and 0.53% linoleic acid by mole, while the cleaning solvent was found to compose of 98.82% n-decane and 1.18% n-octane by mole. Preliminary study of solubility for the cutting fluid and cleaning solvent at the temperature range of 5–50°C showed that the mixtures were completely miscible, but fatty acids could dissolve in hydrocarbon solvents only a limited temperature range.

This research aims to analyze the thermal behavior of pure fatty acids and ternary mixtures containing n-decane, palmitic acid and oleic acid using differential scanning calorimetry (DSC). Solid–liquid and liquid–solid phase transitions were observed on the DSC heating and cooling curves. Melting temperature and enthalpy of melting for pure palmitic acid were in good agreement with the values previously

reported in the literatures. For pure oleic acid, two endothermic peaks appeared on heating curve, which could relate to a reversible solid–solid phase transition of this acid. Phase transition of the ternary mixtures was found to depend on the quantities of fatty acids in the mixtures, while the quantity of n-decane did not affect the phase transition at the studied temperature range. The liquid specific heat capacity for pure fatty acids and ternary mixtures were in good agreement with the estimated values. The specific heat capacity for the liquid phase of the ternary mixtures was observed to depend linearly on the temperature in the range studied here.

Solid–liquid equilibria of ternary mixtures were determined in the temperature range of 305.15–323.15 K. The co-existing solid and liquid phases were found to contain substantial different compositions. Palmitic acid was the major component in the solid phase, which was likely the result of its positive deviation behavior in the ternary mixtures. Activity coefficient larger than unity emphasized that the observed solubility of palmitic acid was lower than the value predicted for the case of ideal solution. The experimental data of the palmitic acid solubility were correlated with the NRTL and UNIQUAC models. The best description of solid–liquid equilibrium of palmitic acid in n-decane – oleic acid was obtained from UNIQUAC model.

School of Chemical Engineering

Academic Year 2011

Student's Signature \_\_\_\_\_

Advisor's Signature \_\_\_\_\_

Co-advisor's Signature \_\_\_\_\_